

ANALISIS ANTRIAN ANGKUTAN PENYEBERANGAN PELABUHAN MERAK

Ariyo Kurniawan¹, Sugito², Yuciana Wilandari³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

^{2,3}Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

kurniawanariyo@gmail.com, sugitozafi@undip.ac.id, yuciana.wilandari@gmail.com

ABSTRACT

Marine transportation has an important role on economy and migration from one island to another island. Port is a gateway to enter an area and connecting infrastructure between islands. Merak port as the connector of traffic lanes between Java's island and Sumatra's island with Ro-Ro ship. Ro-Ro ship is marine transportation that can load a vehicle rolling on and rolling off the ship with its auto-movement (Roll on Roll off). As a service provider of the Ro-Ro ships, the port of Merak trying to serve Ro-Ro ship as good as possible. Measurement of performance system can be analyzed with direct research in the port. The research is being done by observation and recording of the Ro-Ro ships at the pier port of Merak. Based on the results of the analysis, queue model at the port of Merak is $(G/G/5) : (GD/\infty/\infty)$. Queuing system simulation and ship docking's cost analysis can be a reference for the port in optimizing management performance the port of Merak crossing.

Keywords: supplemental cost, defined benefit plans, accrued benefit cost.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan (*archipelago*) yang memiliki ribuan pulau tersebar di seluruh Indonesia. Perekonomian Indonesia dipengaruhi fasilitas penghubung antar pulau. Transportasi laut berperan penting dalam dunia perekonomian dan perpindahan penduduk dari satu pulau menuju pulau lainnya. Pelabuhan merupakan pintu gerbang masuk suatu daerah dan sebagai prasarana penghubung antar pulau. Fasilitas pelayanan, mekanisme pelayanan, dan sistem antrian yang digunakan pelabuhan mempengaruhi kinerja sistem di pelabuhan, seperti di pelabuhan Merak kadang terjadi antrian angkutan penyeberangan.

Menurut Suprasetio (2014), pelabuhan penyeberangan Merak yang terletak di provinsi Banten adalah pelabuhan umum yang melayani penyeberangan antara ujung barat Pulau Jawa dengan ujung selatan Pulau Sumatera. Pelabuhan Merak merupakan pelabuhan umum yang sangat vital menggerakkan roda ekonomi Indonesia secara umum. Pelabuhan penyeberangan Merak sebagai pintu gerbang jalur lintas penghubung darat antara Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Otoritas Pelabuhan Penyeberangan (OPP) merupakan unit kerja yang berlokasi di pelabuhan yang digunakan untuk melayani angkutan penyeberangan komersil. Otoritas Pelabuhan Penyeberangan Merak bekerja sama dengan PT. ASDP Indonesia Ferry sebagai pengelola pelabuhan penyeberangan Merak.

Angkutan pelabuhan penyeberangan Merak yang digunakan untuk penyeberangan Selat Sunda adalah Kapal *Ro-Ro*. Kapal *Ro-Ro* adalah kapal yang bisa memuat kendaraan berjalan masuk keluar kapal dengan penggeraknya sendiri (*Roll on Roll off*). Kapal *Ro-Ro* digunakan mengangkut truk, mobil, sepeda motor, dan penumpang pejalan kaki.

Sistem antrian yang diterapkan di pelabuhan penyeberangan Merak pada dasarnya baik dan mengalami perkembangan yang sejalan dengan pertumbuhan jumlah penumpang.

Akan tetapi, jumlah angkutan penyeberangan yang banyak terkadang mengakibatkan tingkat antrian yang tinggi di dermaga. Menurut Taha (1996), apabila suatu sistem menginginkan fasilitas pelayanan yang lebih dari jumlah optimal, hal ini membutuhkan biaya investasi modal yang cukup besar.

Penggunaan model antrian dapat membantu merancang sistem operasional yang optimal. Pelayanan yang baik dan sesuai standar waktu yang telah ditentukan membuat citra lebih baik. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis akan melakukan penelitian tentang model antrian di pelabuhan penyeberangan Merak guna mengetahui kinerja sistem pelayanan tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Profil Pelabuhan Penyeberangan Merak

Pelabuhan Penyeberangan Merak adalah pelabuhan umum yang melayani penyeberangan antara ujung Barat Pulau Jawa dengan ujung Selatan Pulau Sumatera. Menurut Suwanto (2010), dijadikannya Merak sebagai lokasi pelabuhan, tidak terlepas dari posisi Merak pada waktu itu jika dilihat dari ketersediaan sarana transportasi sangat berdekatan dengan Pulau Sumatera dibandingkan dengan daerah lainnya di pantai Utara di Pulau Jawa yaitu sejauh 105,79 kilometer dari Pelabuhan Merak ke Pelabuhan Panjang.

2.2. Konsep Dasar Teori Antrian

Kata antrian dalam bahasa Inggris adalah *queueing* atau *waiting line*. Menurut Prawirosentono (2005), teori antrian dikenal dalam dunia ilmiah sebagai *queueing theory* atau *waiting line theory*, yaitu membahas tentang seluk-beluk antri yang dilakukan oleh orang atau benda atas kehendak manusia. Antri adalah berdiri deret dalam suatu barisan memanjang dari depan ke belakang.

2.3. Faktor Sistem Antrian

Menurut Kakiay (2004), terdapat beberapa faktor penting yang terkait erat dengan sistem antrian. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap barisan antrian dan pelayanannya adalah sebagai berikut:

- a. Distribusi Kedatangan
- b. Distribusi Waktu Pelayanan
- c. Fasilitas Pelayanan
- d. Disiplin Pelayanan
- e. Ukuran dalam Antrian
- f. Sumber Pemanggilan

2.4. Struktur Antrian

Menurut Bronson (1991), ada empat skema sistem antrian yang biasanya diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:

- a. Satu Antrian Satu Pelayanan
- b. Satu Antrian Beberapa Pelayanan Paralel
- c. Beberapa Antrian Beberapa Pelayanan Paralel
- d. Satu Antrian Beberapa Pelayanan Seri

2.5. Notasi Model Antrian

Menurut Taha (1996), notasi ini digunakan untuk merinci ciri dari suatu antrian.

$$(a/b/c) : (d/e/f)$$

Keterangan:

- a : Distribusi kedatangan
- b : Distribusi waktu pelayanan
- c : Fasilitas pelayanan atau banyaknya tempat *service*
- d : Disiplin pelayanan (FIFO, LIFO, SIRO, dan PRI)
- e : Ukuran sistem dalam antrian atau jumlah maksimum yang diijinkan dalam sistem
- f : Jumlah pelanggan yang ingin memasuki sistem sebagai sumber

2.6. Ukuran *Steady State*

Menurut Taha (1996), dalam melakukan perhitungan ukuran *steady state* dari kinerja situasi antrian terlebih dahulu harus menentukan probabilitas *steady state* dari P_n untuk n pelanggan dalam sistem.

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu}$$

ρ didefinisikan sebagai perbandingan antara rata-rata pelanggan yang datang (λ) dengan rata-rata pelanggan yang telah dilayani per satuan waktu (μ) dan jumlah server yang memberikan pelayanan (c).

2.7. Proses Poisson dan Distribusi Eksponensial

Menurut Gross dan Harris (1998), pada umumnya model antrian diasumsikan bahwa waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial, atau sama dengan rata-rata kedatangan dan rata-rata pelayanannya mengikuti distribusi Poisson dengan asumsi sebagai berikut:

- a. Independen
- b. Homogenitas dalam waktu
- c. Regularitas

2.8. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi (*Goodness of Fit*) digunakan untuk menguji apakah sekumpulan data hasil pengamatan mengikuti distribusi tertentu. Menurut Daniel (1989), uji ini didasarkan pada seberapa baik kecocokan antara frekuensi yang teramati dalam data sampel dengan frekuensi harapan yang didasarkan pada distribusi yang dihipotesiskan. Uji-uji yang umum digunakan dalam uji *Goodness of Fit* adalah uji *Chi Square* dan uji Kolmogorov-Smirnov.

a. Uji *Chi Square*

1. Uji Hipotesis

H_0 : Sampel mengikuti distribusi yang ditetapkan

H_1 : Sampel tidak mengikuti distribusi yang ditetapkan

2. Taraf Signifikansi: α

3. Statistik Uji

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

4. Kriteria Uji

Tolak H_0 jika nilai $\chi^2 \geq \chi_{\alpha, v}^2$ dengan $v = r-1-g$, g = jumlah parameter distribusi yang ditetapkan, dan r = jumlah kelas.

b. Uji Kolmogorov Smirnov

1. Uji Hipotesis

H_0 : Sampel mengikuti distribusi yang ditetapkan

H_1 : Sampel tidak mengikuti distribusi yang ditetapkan

2. Taraf Signifikansi: α

3. Statistik Uji

$$D = \sup_n |S(n) - F_0(n)|$$

4. Kriteria Uji

Tolak H_0 jika nilai $D \geq \text{nilai } D^*_{\alpha}$, atau jika nilai $\text{sig} < \text{nilai } \alpha$

D^*_{α} adalah nilai kritis yang diperoleh dari Tabel “Kolmogorov-Smirnov”.

2.9. Model Sistem Antrian

Model antrian (G/G/c):(GD/ ∞/∞) adalah model antrian dengan pola kedatangan berdistribusi umum (*General*), pola pelayanan berdistribusi umum (*General*), dengan jumlah fasilitas pelayanan sebanyak c . Disiplin antrian yang digunakan pada model ini adalah umum yaitu *FIFO* (*First In First Out*), kapasitas maksimum yang diperbolehkan dalam sistem adalah tak hingga, dan memiliki sumber pemanggilan tak hingga.

$$L_q = \left[\frac{c\rho}{(c-\rho)^2} \right] \frac{\rho^c}{c!} p_0 \frac{\mu^2 v(t) + v(t')\lambda^2}{2} = L_{qM/M/c} \frac{\mu^2 v(t) + v(t')\lambda^2}{2}$$

dengan:

$v(t)$ adalah varian dari waktu pelayanan

$v(t')$ adalah varian dari waktu antar kedatangan

$$L_s = L_q + \rho$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$p_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{c!(1-\rho/c)} \right\}^{-1}$$

2.10. Analisis Biaya Manfaat

Analisis Biaya Manfaat atau *Cost Benefit Analysis* (CBA) merupakan salah satu jenis evaluasi ekonomi. Menurut Apriliya (2012), *Cost Benefit Analysis* adalah cara untuk menentukan apakah hasil yang menguntungkan dari sebuah alternatif, akan cukup untuk dijadikan alasan dalam menentukan biaya pengambilan alternatif. Analisis sistematis ini digunakan untuk menghitung serta membandingkan biaya dan manfaat dari suatu proyek, keputusan maupun kebijakan pemerintah.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer, yaitu data yang diambil dari hasil pengamatan dan pencatatan terhadap kapal *Ro-Ro* yang bersandar di dermaga pelabuhan penyeberangan Merak. Data diambil berdasarkan obyek yang diamati dari keseluruhan populasi, yaitu lalu lintas kapal *Ro-Ro*. Penelitian dilaksanakan di pelabuhan penyeberangan Merak selama 14 hari dengan asumsi bahwa proses kedatangan dan

pelayanan pada hari lain tidak berubah dan dianggap dapat mewakili populasi hari-hari lainnya.

3.2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Data jumlah antar kedatangan Kapal *Ro-Ro*
- b. Data jumlah pelayanan Kapal *Ro-Ro*
- c. Data waktu pelayanan Kapal *Ro-Ro*
- d. Data waktu antar kedatangan Kapal *Ro-Ro*.

3.3. Software yang Digunakan

Software statistika yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah Microsoft Excel 2010, SPSS 20, Extend, dan WinQSB.

3.4. Teknik Pengolahan Data

Adapun langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian dan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi pustaka mengenai topik dan menentukan metode.
2. Melakukan penelitian di pelabuhan penyeberangan Merak untuk lalu lintas Kapal *Ro-Ro*.
3. Data yang didapat harus memenuhi *steady state*.
4. Melakukan uji kecocokan distribusi. Jika hipotesis untuk distribusi jumlah kedatangan diterima maka distribusinya mengikuti distribusi Poisson. Jika hipotesisnya salah, maka distribusinya kedatangannya berdistribusi *General*. Sedangkan apabila hipotesis untuk distribusi waktu pelayanan diterima maka distribusinya mengikuti distribusi Eksponensial, dan apabila hipotesisnya ditolak maka distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi *General*.
5. Menentukan model antrian yang sesuai.
6. Menentukan ukuran kinerja system dan menganalisis biaya sandar kapal *Ro-Ro* dari hasil ukuran kinerja sistem.
7. Membuat kesimpulan dan mengambil keputusan berdasarkan hasil dari analisis yang didapatkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sistem Antrian Angkutan Penyeberangan Pelabuhan Merak

Sistem antrian kapal *Ro-Ro* di pelabuhan penyeberangan Merak pada dasarnya baik. Mulai dari nahkoda kapal *Ro-Ro* melakukan panggilan ke operator pelabuhan untuk bersandar ke dermaga yang telah ditentukan. Operator pelabuhan dalam pembahasan ini adalah menara STC (*Ship Traffic Control*) yang berlokasi di tengah area pelabuhan penyeberangan Merak. Setelah mendapat izin bersandar di dermaga yang telah ditentukan STC, kapal *Ro-Ro* membutuhkan waktu sekitar lima menit untuk proses bersandar ke dermaga. Selama bersandar di dermaga, kapal *Ro-Ro* menurunkan penumpang baik kendaraan maupun penumpang pejalan kaki. Kapal *Ro-Ro* juga menaikkan penumpang selama bersandar setelah semua penumpang turun.

Operator STC melakukan panggilan ke nahkoda kapal *Ro-Ro* yang sedang berlabuh untuk menyelesaikan proses pelayanan di dermaga. Lamanya waktu sandar suatu kapal *Ro-Ro* diawasi oleh STC selaku pemangku otoritas pelabuhan penyeberangan Merak. Bunyi terompet kapal sebanyak tiga kali menandakan bahwa proses pelayanan telah selesai dan kapal siap untuk berangkat dari dermaga.

4.2. Analisis Deskriptif

Interval waktu yang digunakan adalah setiap 60 menit. Waktu kedatangan kapal *Ro-Ro* terhitung saat kapal mengikat tali penahan kapal di dermaga. Waktu pelayanan dihitung mulai dari kendaraan pertama yang masuk ke lambung kapal. Kemudian pada saat menutup lambung kapal, dinyatakan sebagai waktu selesainya pelayanan.

Tabel 1. Data Jumlah Kapal *Ro-Ro*

Pekan Penelitian	Hari	Jumlah Kedatangan	Jumlah Pelayanan
I	Senin	98	91
	Selasa	103	98
	Rabu	102	94
	Kamis	107	97
	Jumat	105	100
	Sabtu	103	99
	Minggu	102	98
II	Senin	104	99
	Selasa	103	97
	Rabu	103	99
	Kamis	104	98
	Jumat	101	100
	Sabtu	102	101
	Minggu	103	97

Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah kedatangan kapal *Ro-Ro* terbanyak yang bersandar ke dermaga pada hari Kamis pekan pertama, yaitu sebanyak 107 kapal dan jumlah paling sedikit adalah 98 kapal *Ro-Ro* yang terjadi pada hari Senin pekan pertama. Jumlah pelayanan kapal *Ro-Ro* di dermaga terbanyak pada hari Sabtu pekan kedua, yaitu sebanyak 101 pelayanan dan jumlah paling sedikit adalah 91 pelayanan pada hari Senin pekan pertama.

4.3 Analisis Sistem Pelayanan

4.3.1 Analisis Ukuran *Steady State* dari Kinerja Sistem Pelayanan

Rata-rata laju kedatangan (λ): 4,2857 kapal *Ro-Ro* tiap 60 menit

Rata-rata waktu pelayanan (μ): 29,2903 menit tiap kapal *Ro-Ro* atau 2,0485 kapal tiap 60 menit

Nilai kegunaan fasilitas pelayanan (ρ):

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} = \frac{4,2857}{5 \times 2,0485} = 0,4184 < 1$$

Nilai tingkat kegunaan fasilitas pelayanan kurang dari satu, maka dapat diartikan bahwa rata-rata kedatangan kapal *Ro-Ro* tidak melebihi kapasitas kecepatan pelayanan sehingga memenuhi kondisi *steady state*. Ini berarti sistem pelayanan sudah baik dan hasil yang diperoleh di atas dapat langsung digunakan untuk menentukan ukuran kinerja sistem pelayanan.

4.3.2 Uji Distribusi

a. Uji Distribusi Jumlah Kedatangan

1. Hipotesis:

H_0 : Data jumlah kedatangan kapal *Ro-Ro* berdistribusi Poisson

H_1 : Data jumlah kedatangan kapal *Ro-Ro* tidak berdistribusi Poisson

2. Taraf Signifikansi: $\alpha = 5\%$.

3. Statistik Uji:
 $D = 0,2253$
 $D^*(\alpha) = 0,0742$
 $\text{Sig.} = 0,000$
4. Kriteria Uji:
Tolak H_0 pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ jika nilai $D >$ nilai $D^*(\alpha)$ atau jika nilai $\text{sig.} <$ nilai α
5. Keputusan:
 H_0 ditolak karena $D (0,2253) > D^*(0,0742)$ dan $\text{Sig.}(0,000) < \alpha (0,05)$
6. Kesimpulan:
Data jumlah kedatangan kapal *Ro-Ro* di dermaga tidak berdistribusi Poisson pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$.
Berdasarkan kesimpulan di atas, data jumlah kedatangan kapal *Ro-Ro* setiap enam puluh menit tidak berdistribusi Poisson atau berdistribusi *General*.

b. Uji Distribusi Waktu Pelayanan

1. Hipotesis:
 H_0 : Data waktu pelayanan kapal *Ro-Ro* berdistribusi Eksponensial
 H_1 : Data waktu pelayanan kapal *Ro-Ro* tidak berdistribusi Eksponensial
2. Taraf Signifikansi: $\alpha = 5\%$.
3. Statistik Uji:
Menentukan jumlah kelas dan interval kelas
Jumlah Kelas $= 1 + 3,3 \log(n) = 1 + 3,3 \log(1440) = 11,42 \approx 12$
Interval Kelas $= \frac{\text{Nilai Maksimum} - \text{Nilai Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}} = \frac{97-1}{12} = 8$
 - a. Menghitung nilai rata-rata kelas

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{12} t_i \times O_i}{n} = \frac{43088}{1440} = 29,92$$
 - b. Menghitung nilai probabilitas setiap kelas

$$p_1 = e^{-\frac{0}{29,92}} - e^{-\frac{9}{29,92}} = 0,227$$

$$\vdots$$

$$p_{12} = e^{-\frac{89}{29,92}} - e^{-\frac{97}{29,92}} = 0,012$$
 - c. Mengitung nilai frekuensi harapan setiap kelas

$$E_1 = p_1 \times n = 0,227 \times 1440 = 326,7$$

$$\vdots$$

$$E_{12} = p_{12} \times n = 0,012 \times 1440 = 17,26$$
 - d. Menentukan nilai χ^2

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{12} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 1298$$
 - e. Menentukan nilai χ^2 dari tabel Chi-Square

$$\chi_{0,05;12-1-1}^2 = 18,307$$
4. Kriteria Uji:
Tolak H_0 pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ jika nilai $\chi^2 >$ nilai $\chi_{\alpha,v}^2$
5. Keputusan:
 H_0 ditolak karena nilai $\chi^2 >$ nilai $\chi_{0,05;10}^2$, yaitu $1298 > 18,307$
6. Kesimpulan:

Data waktu pelayanan kapal *Ro-Ro* tidak berdistribusi Eksponensial pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$.

Berdasarkan kesimpulan di atas, data waktu pelayanan kapal *Ro-Ro* di dermaga tidak berdistribusi Eksponensial atau berdistribusi *General*.

4.3.3 Model Sistem Antrian

Berdasarkan hasil analisis ukuran *steady state* dari kinerja sistem pelayanan dan uji kecocokan distribusi jumlah kedatangan dan waktu pelayanan kapal *Ro-Ro* di dermaga, model sistem antrian yang diperoleh adalah $(G/G/5):(GD/\infty/\infty)$.

4.3.4 Ukuran Kinerja Sistem

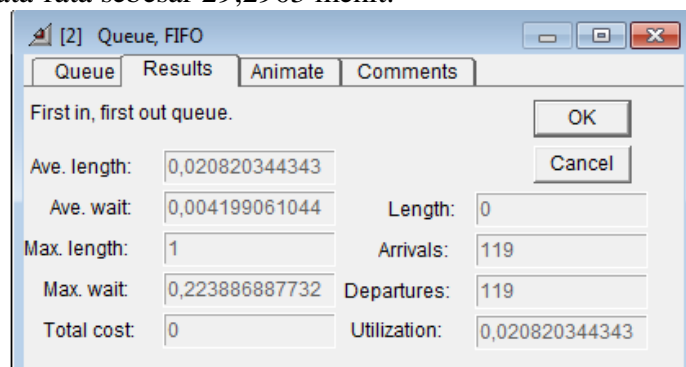
Tabel 2. Ukuran Kinerja Sistem Pelayanan

c	λ	μ	L_s	L_q	W_s	W_q	P_0
5	4,2863	29,2398	0,1466	0,000	0,0342	0,000	0,8636

- Rata-rata laju kedatangan (λ): 4,2863 kapal *Ro-Ro* tiap 60 menit
- Rata-rata waktu pelayanan (μ): 29,2398 menit tiap kapal
- Jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam sistem (L_s): 0,1466 kapal *Ro-Ro* tiap 60 menit
- Jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam antrian (L_q): 0,000 kapal *Ro-Ro* tiap 60 menit
- Waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem (W_s): 0,0342 jam
- Waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian (W_q): 0,000 jam
- Probabilitas bahwa petugas pelayanan menganggur (P_0): 0,8636

Berdasarkan nilai ukuran-ukuran kinerja yang telah diperoleh, kondisi dermaga tidak sibuk. Hal tersebut terlihat dari nilai probabilitas *server* menganggur yang cukup besar yaitu 0,8636 atau sekitar 86,36%. Kondisi pelayanan pelabuhan penyeberangan Merak dengan lima dermaga yang beroperasi dapat dikatakan efektif dan efisien. Hal tersebut terlihat dari tidak ada waktu yang diperkirakan mengantri dan tidak ada kapal *Ro-Ro* yang diperkirakan mengantri.

Simulasi model antrian *FIFO* (*First In First Out*) ini dapat diperkirakan keadaannya dengan *software* Extend. Nilai rata-rata waktu antar kedatangan sebesar 13,908 menit dan nilai standard deviasi sebesar 10,3565. Waktu pelayanan kapal *Ro-Ro* mempunyai nilai rata-rata sebesar 29,2903 menit.



Gambar 7. Output Simulasi

Didapat salah satu simulasi antrian yang baik sesuai data waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan kapal *Ro-Ro*. Gambar 7 didapat rata-rata panjang antrian dalam satu hari dengan lima dermaga beroperasi sebesar 0,0208 dan rata-rata waktu menunggu kapal *Ro-Ro* selama 0,0042 menit. Antrian pelanggan terpanjang dalam suatu waktu di satu hari

sebanyak satu kapal *Ro-Ro* dengan waktu menunggu selama 0,2239 menit. Tingkat kesibukan dermaga sebesar 0,0208 atau 2,08%. Sistem antrian angkutan pelabuhan penyeberangan Merak lebih baik dengan total keberangkatan dan kedatangan kapal *Ro-Ro* dalam satu hari berjumlah 119 kapal *Ro-Ro*.

Data biaya sandar kapal *Ro-Ro* disajikan pada lampiran 1. Kapal *Ro-Ro* yang bersandar ke dermaga selama kurun waktu dua pekan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Data Jumlah Biaya Sandar Kapal *Ro-Ro* Selama Dua Pekan

No.	Nama Kapal	Jumlah Biaya Sandar Kapal
1	BAHUGA PRATAMA	Rp 8.827.500
2	BSP 1	Rp15.550.275
3	CAITLYN	Rp13.376.200
4	DHARMA KENCANA IX	Rp11.020.800
5	DHARMA RUCITRA I	Rp42.816.670
6	DUTA BANTEN	Rp 9.773.420
7	ELYSIA	Rp15.017.415
8	JAGANTARA	Rp44.702.440
9	JATRA I	Rp17.320.460
10	JATRA II	Rp15.393.390
11	JATRA III	Rp10.789.965
12	MENGGA	Rp19.052.000
13	MITRA NUSANTARA	Rp 8.138.200
14	MUFIDAH	Rp18.846.000
15	MUNIC I	Rp11.616.000
16	MUSTHIKA KENCANA	Rp15.477.100
17	MUTIARA PERSADA II	Rp17.864.300
18	NUSA AGUNG	Rp20.427.450
19	NUSA BAHAGIA	Rp 8.176.500
20	NUSA DHARMA	Rp10.830.600
21	NUSA JAYA	Rp17.023.720
22	NUSA MULIA	Rp 1.926.210
23	PANORAMA NUSANTARA	Rp38.512.800
24	PORTLINK V	Rp20.934.800
25	PORTLINK I	Rp20.316.590
26	PRIMA NUSANTARA	Rp12.755.800
27	RAJA RAKATA	Rp31.234.290
28	RAJABASA	Rp15.746.565
29	ROSMALA	Rp19.258.800
30	ROYAL NUSANTARA	Rp20.394.920
31	SAFIRA NUSANTARA	Rp20.812.225
32	SAKURA EXPRESS	Rp11.913.000
33	SALVATORE	Rp32.506.360
34	SHALEM	Rp17.120.160
35	SMS MULAWARMAN	Rp13.890.800
36	SUKI 2	Rp19.008.700
37	TITIAN MURNI	Rp10.480.600
38	TITIAN NUSANTARA	Rp 7.461.720
39	TRIBUANA	Rp24.218.190
40	TRIMAS LAILA	Rp 6.039.000
41	VIRGO 18	Rp36.409.905
42	WINDU KARSA DWITYA	Rp12.586.290
43	WINDU KARSA PRATAMA	Rp14.506.335
Jumlah Biaya		Rp 760.074.465

Jumlah pemasukan pihak pelabuhan dari pihak kapal yang berlayar selama dua pekan adalah Rp 760.074.465 dari jumlah kapal yang bersandar sebanyak 1440 kapal dengan 43 jenis kapal *Ro-Ro*. Jumlah pemasukan dan jumlah kapal yang bersandar telah diketahui, maka diperoleh rata-rata biaya sandar yang dikeluarkan pihak kapal kepada pihak pelabuhan.

$$\text{Rata-rata Biaya Sandar} = \frac{\text{Rp } 760.074.465}{1440} = \text{Rp } 527.829$$

Berdasarkan hasil simulasi, kedatangan kapal tiap harinya sebanyak 119 kapal. Pemasukan pihak pelabuhan yang bisa diperoleh dari hasil perkalian banyaknya kapal dalam dua pekan dengan rata-rata biaya sandar kapal. Perkiraan pemasukan dapat diperoleh dengan cara berikut:

$$\text{Jumlah Biaya Sandar} = (119 \times 14 \text{ hari}) \times \text{Rp } 527.829 = \text{Rp } 879.363.114$$

Jumlah akumulasi biaya yang diperoleh pihak pelabuhan penyeberangan Merak sebesar Rp 879.363.114 berdasarkan hasil simulasi dan hasil rata-rata biaya sandar kapal sebelumnya. Pemasukan pihak pelabuhan dari biaya sandar tiap kapal dapat lebih optimal dengan jumlah kapal yang bersandar sebanyak 119 kapal *Ro-Ro* tiap harinya.

5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Model sistem antrian pada pelabuhan penyeberangan Merak adalah (G/G/5):(GD/∞/∞)
2. Jumlah kedatangan kapal *Ro-Ro* terbanyak yang bersandar ke dermaga pada hari Kamis pekan pertama dan jumlah paling sedikit pada hari Senin pekan pertama
3. Jumlah pelayanan kapal *Ro-Ro* di dermaga terbanyak pada hari Sabtu pekan kedua dan jumlah paling sedikit pada hari Senin pekan pertama
4. Rata-rata kedatangan kapal *Ro-Ro* tidak melebihi kapasitas kecepatan pelayanan
5. Kondisi pelayanan pelabuhan penyeberangan Merak dengan lima dermaga yang beroperasi dapat dikatakan efektif dan efisien dari tidak adanya kapal *Ro-Ro* yang diperkirakan mengantri
6. Sistem antrian angkutan pelabuhan penyeberangan Merak apabila disimulasikan dengan total keberangkatan dan kedatangan kapal *Ro-Ro* dalam satu hari berjumlah 119 kapal *Ro-Ro* maka sistem antrian masih dapat berjalan dengan baik
7. Pemasukan pihak pelabuhan dari biaya sandar tiap kapal dapat lebih optimal dengan jumlah kapal yang bersandar sebanyak 119 kapal *Ro-Ro* tiap harinya.

2. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriliya, F., et al. 2012. *Analisis Kelayakan Teknologi Informasi Menggunakan Metode Cost Benefit Analysis dengan Microsoft Excel*. Jurnal Dinamika Manajemen. Vol. 1., No. 2.
- [2] Bronson, R. 1991. *Teori dan Soal-Soal Operation Reserch*. PT Gelora Aksara Pratama.
- [3] Daniel, W. W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan*. Gramedia. Jakarta.
- [4] Gross, D and Harris, C. M. 1998. *Fundamental of Queueing Theory Third Edition*. John Wiley and Sons, INC. New York.
- [5] Kakiay, T. J. 2004. *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. Andi. Yogyakarta.
- [6] Prawirosentono, S. 2005. *Riset Operasi dan Ekonofisika*. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- [7] Suprasetio, E. 2014. *Profil dan Kinerja Kantor Otoritas Pelabuhan Penyebrangan Merak*. Kementerian Perhubungan. Merak.
- [8] Taha, H. A. 1996. *Riset Operasi : Jilid 2*. Binarupa Aksara. Jakarta.